

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-166142
(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.CI. H02K 1/27

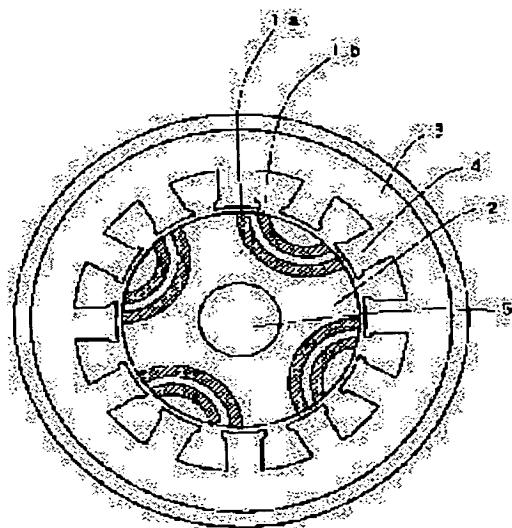
(21)Application number : 10-339956 (71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD
(22)Date of filing : 30.11.1998 (72)Inventor : FUKUDA EIJI
ICHINOMIYA TAKAHARU

(54) PERMANENT MAGNET EMBEDDED MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a reluctance torque motor, wherein reluctance torque is improved, high torque or consumption power saving is realized, and super miniaturization is enabled by increasing the magnetic flux density from permanent magnets of a permanent magnet embedded motor.

SOLUTION: A plurality of permanent magnets 1a, 1b are so embedded in a rotor main body 2 that S poles and N poles are alternately arranged in the circumferential direction of a rotor. A magnet torque is generated through the interaction between a rotating magnetic field of a stator 3 and the permanent magnets 1a, 1b. A magnetic path due to the rotating magnetic field is formed in the rotor main body 2, so that a reluctance torque is generated. In a permanent magnet embedded motor using the combined torque of the magnet torque and the reluctance torque, the permanent magnets 1a, 1b are constituted of two or more layers in the radial direction of the rotor, keeping intervals. Magnetic poles in the radial direction of the rotor are embedded so that like poles face each other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-166142

(P2000-166142A)

(43)公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51)Int.Cl.⁷

H 02 K 1/27

識別記号

5 0 1

F I

H 02 K 1/27

5 0 2

5 0 1 A

5 H 6 2 2

5 0 1 M

5 0 2 A

テーマコード(参考)

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平10-339956

(22)出願日

平成10年11月30日 (1998.11.30)

(71)出願人 000226057

日亞化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 福田 鋭士

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亞化
学工業株式会社内

(72)発明者 一ノ宮 敬治

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亞化
学工業株式会社内

F ターム(参考) 5H622 AA03 CA02 CA05 CA10 CA13

CB01 CB04 CB05 DD02 DD04

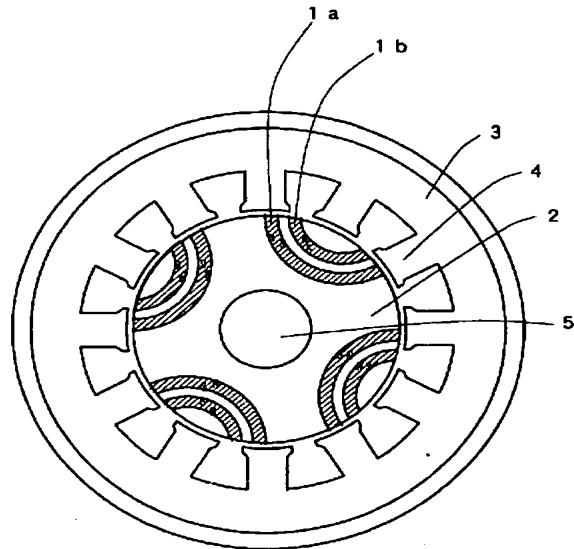
PP03 PP20 QA03 QB05

(54)【発明の名称】 永久磁石埋込モータ

(57)【要約】

【目的】 永久磁石埋込モータの永久磁石からの磁束密度を大きくすることで、リラクタンストルクをさらに向上し、モータの高トルク化、または省電力型のモータを実現し、さらには超小型化を可能とするリラクタンストルクモータを提供することを目的とする。

【構成】 ロータ本体にロータ円周方向にS極、N極が交互となるように複数の永久磁石を埋設して、ステータの回転磁界と永久磁石の磁界との作用で発生するマグネットトルクと、該回転磁界による磁路がロータ本体に形成されることにより発生するリラクタンストルクとの合成トルクを利用する永久磁石埋込モータにおいて、該永久磁石はロータ半径方向に間隔をおいて2層以上からなり、ロータ半径方向の磁極は互いに同極が対向するよう埋設されていることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータ本体にロータ円周方向にS極、N極が交互となるように複数の永久磁石を埋設して、ステータの回転磁界と永久磁石の磁界との作用で発生するマグネットトルクと、該回転磁界による磁路がロータ本体に形成されることにより発生するリラクタンストルクとの合成トルクを利用する永久磁石埋込モータにおいて、該永久磁石はロータ半径方向に間隔をおいて2層以上からなり、ロータ半径方向の磁極は互いに同極が対向するように埋設されていることを特徴とする永久磁石埋込モータ。

【請求項2】 ロータ半径方向に對向するように埋設された永久磁石は異なる磁気特性を有することを特徴とする永久磁石埋設型モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はマグネットトルクとリラクタンストルクのいずれも利用する永久磁石埋込モータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、省エネルギーの観点から小型・高効率・高出力なモータとして、永久磁石をロータ表面に貼り付ける表面磁石モータに代わり、永久磁石をロータ内部に埋め込んで、マグネットトルクに加えてリラクタンストルクを利用する永久磁石埋込モータが注目されている。このようなモータとして、従来から鉄などの高透磁率材からなるロータ本体に永久磁石を埋設したロータを使用したリラクタンストルクモータが知られている。

【0003】 従来の永久磁石埋込式のリラクタンストルクモータは、高透磁率材の鉄心あるいは積層珪素鋼板で構成されたロータコアの内部に、ロータ中心側に凸の円弧形状に形成された永久磁石を埋め込んでロータを構成している。4極モータの場合、4本の永久磁石がN極、S極交互となるように、円周方向に配設されている。この様な構成にすることで、永久磁石の中心とロータ中心とを結ぶ方向であるd軸方向のインダクタンス L_d と、d軸に対し電気角で90度回転した方向であるq軸方向のインダクタンス L_q に差が生じ、永久磁石によるマグネットトルクに加えて、リラクタンストルクも発生するようになる。このリラクタンストルクを効率的に利用することでこの種のモータの効率は改善される。

【0004】 上記従来の永久磁石埋込モータにおいては、ある程度有効にリラクタンストルクを利用することができますが、q軸方向の磁束の流れが永久磁石の端面部にじやまされてロータ内部に入り込むことができなかつた。

【0005】 このような問題に対し、特開平8-331783号公報には、2層構造の永久磁石付ロータが示されている。この埋込磁石は、ロータ半径方向に1極当たり2層に間隔を置いて配置された4組の永久磁石が埋め込

まれており、各組の永久磁石はS極、N極が交互となるように隣接して配置され、かつ2層関係にある永久磁石はその外周側の極性が同一となるように構成されている。

【0006】 リラクタンストルクモータにおいて、リラクタンストルク発生のために最も有効な磁束は、一つのティースから他のティースに流れる磁束の内、外周側の永久磁石の背面を通過する磁束の密度が大であるほど、リラクタンストルクの発生量を大とすることができます。ところが特開平8-331783号に開示される発明において、磁気的空隙となる永久磁石の端面が相当の幅をもってティースに向き合うので、磁路がこの部分において極端に折り曲げられ、磁路上の磁気抵抗が大きくなり、磁路上の磁束密度が低下してリラクタンストルクを十分に取り出すことができないという問題点がある。

【0007】 このような問題に対し、永久磁石をロータ半径方向に間隔をおいて2層以上に分割した各永久磁石の両端部をロータ表面に対し近接する位置で先端を細めることにより、リラクタンストルクに作用する磁路の磁束密度を高く維持することができることが特開平8-336247号公報に開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 このように、永久磁石埋込モータのリラクタンストルクを効率的に利用するには、埋込磁石からの磁束密度を大きくする工夫がなされてきたが、未だ不十分であり、リラクタンストルクを十分に引き出していない。特に、数ワットクラス以下の小型モータに適用することは極めて困難であった。

【0009】 従つて、本願発明は上述した問題を解決することを目的とし、永久磁石埋込モータの永久磁石からの磁束密度を大きくすることで、リラクタンストルクをさらに向上し、モータの高トルク化、または省電力型のモータを実現し、さらには超小型化を可能とするリラクタンストルクモータを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、埋込磁石からの磁束密度を向上するためには、2層以上に分割した永久磁石を同極を向かい合わせて埋込、そのときに得られる磁束の反発を積極的に利用することで、磁束密度を最大にすることを見いだし本発明を完成するに至った。

【0011】 すなわち、本発明の永久磁石埋設モータは、ロータ本体にロータ円周方向にS極、N極が交互となるように複数の永久磁石を埋設して、ステータの回転磁界と永久磁石の磁界との作用で発生するマグネットトルクと、該回転磁界による磁路がロータ本体に形成されることにより発生するリラクタンストルクとの合成トルクを利用する永久磁石埋込モータにおいて、該永久磁石はロータ半径方向に間隔をおいて2層以上からなり、ロータ半径方向の磁極は互いに同極が対向するように埋設

されていることを特徴とする。

【0012】また、本発明の永久磁石埋設モータに使用する2層の永久磁石は異なる磁気特性を有することが好ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の永久磁石埋設型モータにおいて、該永久磁石はロータ半径方向に間隔をおいて2層以上からなり、ロータ半径方向の磁極は、互いに同極が対向するように埋設されていることを特徴としている。このような構成とする事により、永久磁石の2層構造から出る磁力線は、図1に示すような形となり、結果として、永久磁石の端部から出る磁束は、異極を対向させた図2に示す場合に比べると比較にならないほど大きくなる。図1に示す本発明の場合、2層の磁石のそれぞれから出る磁力線は、ほとんどがその端部から出るのに対し、図2に示す従来技術では、磁力線のほとんどは端部より出ないからである。本発明において、この端部から出る磁力線の磁束密度を最大にすることが可能となる。

【0014】ロータ部に埋め込まれる永久磁石は、永久磁石の端部から出る磁力線がロータの表面に対しほぼ直角になるように配置されることが、マグネットトルクとリラクタンストルクの総和を大きくするために必要である。従って、2層以上で構成される永久磁石の形状はそのことを考慮して、円弧状、半円弧状等に仕上げることが好ましい。

【0015】しかし、2層の永久磁石を上記したような円弧状等にするよりも平板状の永久磁石を2層にした方が加工が容易である。このような加工容易性を考慮し、平板状あるいは扁平な円弧状の永久磁石を使用する場合、ロータ部に半径方向に2層以上に埋め込まれる永久磁石のうち、内周側の永久磁石の磁化は外周側の磁石の磁力よりより少なくとも5%以上大きくすることが好ましい。それは、異なる磁化の永久磁石を2層にすることにより磁力線が曲げられ、ロータ表面に対して磁力線がより直角に出るようになり、その結果、磁束のより効率的利用が可能となるからである。このような組み合わせを実現するには、内側の磁石の厚みを外側の磁石のそれより大きくすること、埋込磁石をボンド磁石とする場合には、内側のボンド磁石の磁性材料の密度を外側のそれより大きくすること、あるいは内側を外側よりも磁化の大きな永久磁石とすることなどにより達成できる。

【0016】本発明の特徴は、上記したとおりであり、ロータがステータの内部にあるインナータイプであっても、ロータがステータの外側に位置するアウターロータ型でも適用可能である。

【0017】

【実施例】【実施例1】本発明を回転軸方向に直角の断面図を基に説明する。図3にステータにより囲まれて、その内部にロータを配置する構造（インナーロータ）を

示す。ロータ2は、高透磁率材からなるロータコアに、N極、S極が交互となるように配置された4組の永久磁石1a、1bを埋め込み、ロータ軸5に固定することによって構成されている。各永久磁石1a、1bは、ロータ中心側に凸の円弧形状に形成され、夫々の永久磁石の両端部はロータ外周に近接する位置まで伸びている。そして内周側の永久磁石1aと外周側の永久磁石1bとの間隔は、ほぼ一定幅となっていて、この間隔部分にはロータの高透磁率材が挟まれている。そして、永久磁石1a、1bは同極が互いに対向するように埋め込まれている。

【0018】永久磁石1a及び1bはロータの半径方向にS極、N極が発現するよう着磁されており、しかも4組の1a及び1bの埋込磁石は、S極どうし、N極どうしが対向するように埋設されている。

【0019】ステータ3は、所定本数のティース4を備え、各ティース間にはステータ巻線（図示省略）が配されて構成されている。前記ステータ巻線に交流電流が与えられることで回転磁束が発生し、この回転磁束により、ロータ2にはマグネットトルク及びリラクタンストルクが作用し、ロータ2は回転駆動される。

【0020】この様な構成にすれば、埋込磁石からの磁束密度が最大となり、またマグネット量も従来の1層タイプと同量程度にするため、リラクタンストルクが最大限利用されることとなる。その結果、同一電流でモータを運転させた場合、マグネットトルクもリラクタンストルクも最大限利用できる最適なモータ構成とすることが可能となる。

【0021】上記実施例では、各永久磁石1a、1bをロータ中心側に凸の円弧形状に形成しているが、これを他の形状、たとえばロータ中心側に凸のU形状などに形成することができる。又、上述したように、ロータ部に半径方向に2層以上に埋め込まれる永久磁石のうち、内周側の永久磁石の磁化は外周側の磁石の磁力よりより少なくとも5%以上大きくすることにより、扁平な円弧状あるいは平板状の永久磁石を使用することが出来る。また、この実施例では各永久磁石1a、1bはその端部に至るまですべてを永久磁石で構成しているが、端部を空隙部（空気層）や合成樹脂充填層で構成してもよい。

【0022】永久磁石1a、1bはともに、射出成形グレードの樹脂磁石を使用した。1aは、磁性粉末として異方性のSm-Fe-N系磁性材料を使用し、樹脂にはナイロン12を使用し、磁性粉末の配合量が91wt%である。1bは、磁性粉末としてNd系MQP-Bを使用し、樹脂にはナイロン12を使用し、磁性粉末の配合量が91wt%である。

【0023】【実施例2】本実施例において、内部にステータを有し、その周囲にロータを配置する場合の構造（アウターロータ）のモータに適用した例を示す。その構造を回転軸方向に直角の断面図を基に説明する。

【0024】ロータ2は、高透磁率材からなるロータコアに、N極、S極が交互となるように配置された4組の永久磁石1a、1bが埋め込まれている。1極あたりの永久磁石は、ロータ半径方向に2分割され、外周側の永久磁石1aと内周側の永久磁石1bとで構成されている。各永久磁石1a、1bは、ロータ中心側に凹の円弧形状に形成され、夫々の永久磁石の両端部はロータ外周に近接する位置まで伸びている。

【0025】永久磁石1a及び1bはロータの半径方向にS極、N極が発現するように着磁されており、4組の1a及び1bの埋込磁石は、S極どうし、N極どうしが対向するように埋設されている。

【0026】ステータ3は、所定本数のティース4を備え、各ティース間にはステータ巻線（図示省略）が配されて構成されている。前記ステータ巻線に交流電流が与えられることで回転磁束が発生し、この回転磁束により、ロータ2にはマグネットトルク及びリラクタンストルクが作用し、ロータ2は回転駆動される。

【0027】この様な構成にすれば、埋込磁石からの磁束密度が最大となり、またマグネット量も従来の1層タイプと同量程度にするため、リラクタンストルクが最大限利用されることとなる。その結果、同一電流でモータを運転させた場合、マグネットトルクもリラクタンストルクも最大限利用できる最適なモータ構成とすることが可能となる。

【0028】上記実施例では、各永久磁石1a、1bをロータ中心側に凹の円弧形状に形成しているが、これらを他の形状、たとえばロータ中心側に凹のU形状、あるいは平板状などに形成することができる。又上記実施例では各永久磁石1a、1bはその端部に至るまですべてを永久磁石で構成しているが、端部を空隙部（空気層）や合成樹脂充填層で構成してもよい。

【0029】永久磁石1a、1bはともに、射出成形グレードの樹脂磁石を使用した。1aは、磁性粉末として異方性のSm-Fe-N系磁性材料を使用し、樹脂にはナイロン12を使用し、磁性粉末の配合量が91wt%である。1bは、磁性粉末としてNd系MQP-Bを使用し、樹脂にはナイロン12を使用し、磁性粉末の配合量が91wt%である。

【0030】

【発明の効果】本発明によれば、従来の永久磁石を1層に構成した永久磁石埋込モータに比較して、リラクタンストルクを大きくとることができ、マグネットトルクとリラクタンストルクの足しあわせで発生する総合トルクが最大になると共に、高トルク・高出力の省電力型のモータを実現し、また、超小型化を可能とするリラクタンストルクモータを提供することができる。さらに、コギングの発生を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】同極が対向している二層の永久磁石からなる磁力線を示す模式図。

【図2】異極が対向している二層永久磁石からなる磁力線を示す模式図。

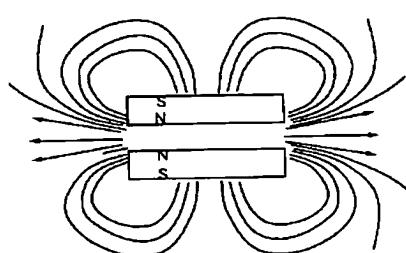
【図3】本発明の永久磁石埋込モータの一つの実施例を示す断面図

【図4】本発明の永久磁石埋込モータの一つの実施例を示す断面図

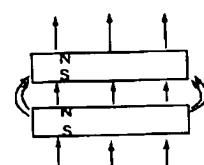
【符号の説明】

- 1a …… 永久磁石
- 1b …… 永久磁石
- 2 …… ロータ
- 3 …… ステータ
- 4 …… ティース
- 5 …… ロータ軸

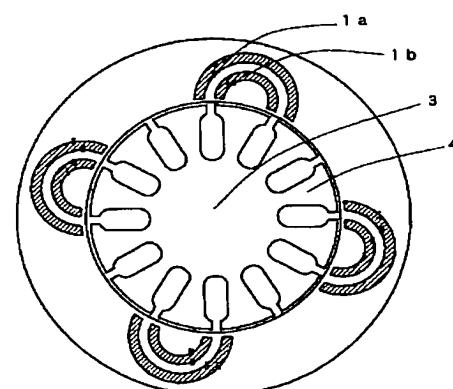
【図1】



【図2】



【図4】



【図3】

